EFEKTIVITAS BERBAGAI BAHAN FORMULA PUPUK HAYATI SIANOBAKTERI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI GOGO VARIETAS SITU BAGENDIT

Effectivity of Various Carriers of Cyanobacteria Biofertilizer on Growth and Yield of Upland Rice Situ Bagendit Variety

Wahyu Satria Eginarta^{1*}, Yulia Nuraini¹, Jati Purwani²

¹ Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No 1 Malang 65145

² Biologi dan Kesehatan Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor 16114

*Penulis korespondensi: egin758@gmail.com

Abstract

Rice is an important commodity in human life where its production increase must be followed by environmental sustainability and land health. The achievement of increased rice production supported by environmental sustainability can be achieved by utilizing biological fertilizers. One of the microbes that can be used as nutrient providers for rice plants is cyanobacteria. This study was carried out in a greenhouse and soil biology laboratory of the Indonesian Soil Research Institute using a randomized block design with four replications. The treatments tested consisted of F0 (without treatment), F1 (wet cyanobacteria isolate), F2 (dry cyanobacteria isolate), F3 (cyanobacteria + rock phosphate), F4 (cyanobacteria + biochar), F5 (cyanobacteria + kaolin), F6 (cyanobacteria + rock phosphate + kaolin), F7 (cyanobacteria + rock phosphate + biochar), F8 (cyanobacteria + kaolin + biochar). The results showed that the cyanobacteria formula treatment with biochar (F4) carriers showed the highest total population in the parameters of the cyanobacteria population, bacteria, and fungi so that the interaction was said to be positive. The application of cyanobacteria formula to soil chemistry did not significantly affect the post-harvest soil N, P, and K, while the increase in soil pH occurred in the overall treatment of the cyanobacteria formula. Treatment of cyanobacteria formula with biochar carrier (F4) had significantly different results on parameters of number of tillers, number of panicles, grain weight, number of grains.

Keywords: *biofertilizer, cyanobacteria, upland rice*

Pendahuluan

Padi merupakan tanaman pangan yang menjadi makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia. Produktivitas padi di Indonesia mengalami penurunan pada tahun 2015 mencapai 3,339 t ha⁻¹, pada tahun 2016 menurun menjadi 3,307 t ha⁻¹, dan pada tahun 2017 turun hingga 3,272 t ha⁻¹ (BPS, 2018). Penurunan produksi padi tersebut perlu adanya teknologi untuk peningkatan produktivitas padi dengan ketersediaan luas lahan yang ada untuk mempertahankan ketersediaan pangan. Kebutuhan pupuk untuk padi sawah dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, namun tidak

diikuti oleh peningkatan produktivitas, bahkan produktivitas tanah sawah cenderung mengalami penurunan. Pada lahan sawah yang diusahakan secara intensif mengakibatkan kadar bahan organik tanah berkurang, kesuburan biologi dan fisik tanah menurun drastis (Purba, 2015).

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah pupuk hayati. Melalui aplikasi pupuk hayati, efisiensi penyediaan hara akan meningkat sehingga penggunaan pupuk anorganik bisa berkurang (Goenadi, 2005). Pupuk hayati mengandung bahan aktif mikroorganisme yang berperan dalam menyediakan hara yang berguna

bagi tanaman dan tanah. Melalui aplikasi pupuk hayati, efisiensi penggunaan hara akan meningkat sehingga penggunaan pupuk anorganik bisa berkurang. Sianobakteri merupakan bakteri yang mampu menambat N dan dapat hidup dengan keadaan lingkungan yang berair atau kering. Menurut Subramani (1980), sianobakteri dapat menyediakan N sebanyak 25 kg ha⁻¹ dan percobaan yang dilakukan di India menunjukkan bahwa sianobakteri dapat menghemat penggunaan pupuk N sampai dengan 150 kg ha⁻¹. Bahan pembawa (*Carrier*) biasanya dapat menyediakan tempat hidup yang baik dan makanan bagi bakteri.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh formula pupuk hayati sianobakteri terhadap aktivitas bakteri, pertumbuhan dan produksi tanaman padi gogo.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Biologi Tanah, Balai Penelitian Tanah Bogor, pada bulan Januari sampai Juni 2020. Pengamatan dilakukan secara bertahap setiap minggunya pada parameter vegetatif tanaman. Pengamatan final dilakukan saat panen meliputi hasil produksi tanaman padi dan pengamatan analisis tanah.

Rancangan percobaan

Penelitian tentang uji efektivitas formula Sianobakteri pada tanaman padi gogo menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) 8 perlakuan dengan ulangan sebanyak 4 kali. Kombinasi rancangan terdapat 8 perlakuan berupa F0 kontrol (tanpa perlakuan), F1 (sianobakteri cair tanpa pembawa), F2 (sianobakteri + tanah), F3 (sianobakteri + fosfat alam), F4 (sianobakteri + biochar), F5 (sianobakteri + kaolin), F6 (sianobakteri + fosfat alam + kaolin), F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar), F8 (sianobakteri + kaolin + biochar).

Persiapan media tanam

Media tanam yang digunakan adalah Ultisol yang berasal dari Kabupaten Lebak, Banten. Lapisan tanah yang diambil untuk media tanam memiliki kedalaman 0-25 cm dari permukaan tanah. Kemudian tanah tersebut dikering

anginkan, dihaluskan, dan diayak. Tanah dengan takaran 5 kg dimasukkan ke dalam pot, kemudian setiap pot diberi label tanda setiap perlakuan dan ulangan.

Inokulasi dan penanaman

Dosis untuk inokulasi pada benih adalah 1000 g ha⁻¹, dengan dosis 1 g 25 benih⁻¹ dalam perlakuan penelitian, inokulasi diberikan dengan merendam dan mencampurkan formula pupuk hayati sianobakteri terhadap benih padi selama 2 jam diharapkan formula dapat menempel dan menembus kulit dari padi. Setiap pot ditanami dengan 5 benih dengan kedalaman 2 cm dari permukaan tanah, setelah benih tumbuh dilakukan penjarangan pada umur tanaman 14 hari, sehingga jumlah tanaman per pot menjadi 1 tanaman.

Pemupukan N, P, dan K

Semua pot diberikan pupuk N, P, dan K dengan dosis yang sama. Dosis pupuk Urea yang diberikan adalah 250 kg ha⁻¹, dosis pupuk SP36 diberikan 250 kg ha⁻¹, dan dosis pupuk KCl sebesar 100 kg ha⁻¹. Dosis pemberian pupuk ditentukan dengan menggugurkan perangkat uji tanah kering (PUTK).

Aplikasi formula sianobakteri pada tanaman padi

Aplikasi sianobakteri dilakukan 2 kali, yaitu diinokulasikan pada saat benih akan ditanam dengan takaran 1 g 25 benih padi⁻¹. Aplikasi kedua dilakukan setelah padi berumur 14 hari setelah tanam (HST) dengan takaran 4 kg ha⁻¹ atau lebih spesifiknya yang dilakukan dalam penelitian 0,14 g tanaman⁻¹, aplikasi diberikan dengan mencampurkan 0,14 g formula pupuk hayati dengan air kemudian disiramkan di sekitar tanaman padi. Tujuan dicampurkan dengan air supaya formula sianobakteri dapat tersebar merata di sekitar perakaran tanaman padi.

Pemeliharaan dan pemanenan tanaman padi

Pemeliharaan tanaman meliputi pengendalian hama penyakit tanaman dan kesehatan tanaman padi. Pemeliharaan rutin yang dilakukan adalah penyiraman tanaman, penyiraman diharapkan untuk menjaga kelembaban tanah dan menyediakan kebutuhan tanaman. Pengendalian hama penyakit tanaman dilakukan dengan

penyemprotan pestisida yang dilakukan apabila ada serangan hama/penyakit. Pestisida yang diberikan berupa cuka arang yang dapat mengendalikan wereng. Panen tanaman padi varietas Situ Bagendit dilakukan saat padi berumur 110 hari

Analisis tanah dan populasi sianobakteri

Sampel tanah yang digunakan sebagai media tanam padi diambil untuk dianalisis kandungan N total, P tersedia, K tersedia dan pH untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan percobaan. Selain itu, sampel tanah tersebut juga dianalisis populasi akhir sianobakteri. Analisis populasi awal bakteri dalam tanah penelitian dengan cara TPC (*Total Plate Count*). Media yang digunakan untuk analisis populasi sianobakteri adalah media *Fogg's* (Media Bebas Nitrogen). Analisis populasi mikroba tanah dilakukan dengan mengambil 10 g sampel tanah dan dimasukkan ke dalam botol jam berisi 90 mL larutan garam fisiologis, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat sebanyak 7 kali.

Analisis data

Seluruh data yang diperoleh dari hasil percobaan pengaruh berbagai formula Sianobakteri terhadap pertumbuhan tanaman padi gogo di data secara manual terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak Ms. Excel 2013. Dilakukan pengujian perangkat lunak menggunakan analisis ragam taraf 5% menggunakan Ms. Excel 2010 dan Genstat. Hasil yang berpengaruh nyata, kemudian akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

Hasil dan Pembahasan

Populasi sianobakteri

Sianobakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolate C37.1, KL2, dan C8.1 yang sudah diperbanyak melalui media tumbuh spesifik (media *Fogg's*). Pengamatan secara mikroskopis Sianobakteri isolat KL2, C37.1 dan C8.1 disajikan pada Gambar 1. Sianobakteri mampu mengikat dan memfiksasi Nitrogen yang bebas di udara. Pengamatan secara mikroskopis sianobakteri disajikan pada Gambar 1 yang menunjukkan sel heterokis dimana tempat berlangsungnya fiksasi N dan sel

vegetatif yang akan berdiferensiasi menjadi sel heterokis yang berada di sianobakteri, dimana nantinya sel tersebut yang akan berperan penting dalam fiksasi nitrogen (Kim dan Lee, 2006).

Keterangan : = Sel Heterokis
= Sel Vegetatif

Gambar 1. Pengamatan mikroskopis isolat KL2, C37, dan C81 pada media *Fogg's*.

Teknik perhitungan yang digunakan yaitu colony forming unit per gram tanah (cfu g^{-1}). Hasil isolasi tanah menggunakan media *Fogg's* disajikan pada gambar (2). Koloni yang muncul dalam media bebas nitrogen menjadi parameter bagi jumlah populasi sianobakteri yang berada dalam sampel tanah. Pada Gambar 2 terlihat bahwa sebelum pemberian perlakuan formula pupuk hayati sianobakteri, pada hasil isolasi tidak terdapat koloni sianobakteri yang tumbuh. Setelah diberikan perlakuan, terdapat perbedaan total populasi sianobakteri yang tumbuh pada masing-masing perlakuan.

Gambar 2. Populasi sianobakteri tanah Kentrong.

Jumlah koloni sianobakteri pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 3. Hasil pengamatan pada F0 (tanpa perlakuan) juga memiliki hasil yang sama dengan pengamatan sebelum diberikan perlakuan sebelum dilakukan perlakuan yaitu tidak terdapat populasi sianobakteri. Hasil pengamatan terhadap populasi sianobakteri menunjukkan bahwa perlakuan formula pupuk hayati sianobakteri

memberikan pengaruh positif terhadap adanya populasi sianobakteri pada tanah.

Keterangan : Kode perlakuan bahan pembawa adalah F0 Kontrol (Tanpa perlakuan), F1 (Sianobakteri cair tanpa pembawa), F2 (Sianobakteri + Tanah), F3 (Sianobakteri + Fosfat Alam), F4 (Sianobakteri + Biochar), F5 (Sianobakteri + Kaolin), F6 (Sianobakteri + Fosfat Alam + Kaolin), F7 (Sianobakteri + Fosfat Alam + Biochar), F8 (Sianobakteri + Kaolin + Biochar). ● = koloni Sianobakteri

Gambar 3. Pengaruh pemberian formula Sianobakteri terhadap total koloni sianobakteri.

Populasi sianobakteri tertinggi pada fase vegetatif diperoleh oleh perlakuan F6 (sianobakteri+kaolin) dengan total populasi 16×10^2 cfu g^{-1} , sedangkan pada saat panen dicapai pada perlakuan pemberian formula pupuk hayati F4 (sianobakteri + biochar) dengan total populasi sebesar 70×10^2 cfu g^{-1} . Perlakuan F0 (tanpa sianobakteri) tidak menunjukkan adanya sianobakteri. Perlakuan formula pupuk hayati dengan menggunakan biochar sebagai bahan pembawa menunjukkan populasi sianobakteri tertinggi diantara perlakuan lainnya. Biochar diduga menjadi tempat yang baik sebagai sumber makanan dan tempat hidup mikroba karena dapat menjaga kelembaban dan menahan air dengan baik. Biochar memiliki pH mendekati netral dan biochar terdiri atas organik labil yang mengalami mineralisasi selama beberapa hari hingga berbulan-bulan setelah penambahan ke tanah. Di dalam tanah, biochar mengalami mineralisasi selama jangka waktu yang lama melalui proses abiotik dan biotik. Penambahan biochar dapat meningkatkan pH tanah sehingga menjadi lebih baik karena sianobakteri dapat hidup baik pada pH netral 6,5 – 7. Menurut Schulz dan Glaser (2012), biochar dapat digunakan sebagai amandemen tanah untuk memperbaiki struktur fisik tanah, mendorong pelepasan hara yang lambat, dan meningkatkan kandungan C organik tanah, di antara kegunaan lainnya.

Gambar 4. Populasi sianobakteri pada pengamatan vegetative dan saat panen. Keterangan : F0 kontrol (tanpa perlakuan), F1 (sianobakteri cair tanpa pembawa), F2 (sianobakteri + tanah), F3 (sianobakteri + fosfat alam), F4 (sianobakteri + biochar), F5 (sianobakteri + kaolin), F6 (sianobakteri + fosfat alam + kaolin), F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar), F8 (sianobakteri + kaolin + biochar).

Populasi bakteri dan fungi tanah

Pengaruh pemberian formula pupuk hayati sianobakteri menunjukkan hasil yang baik terhadap total populasi fungi. Perlakuan dengan bahan pembawa memiliki hasil lebih tinggi daripada tanpa bahan pembawa. Perlakuan dengan bahan pembawa biochar memiliki hasil paling tinggi dari perlakuan lainya karena penambahan biochar dapat meningkatkan pH

tanah dan sebagai habitat mikroorganisme tanah. Hasil penelitian Antonius *et al.* (2018) menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat meningkatkan populasi bakteri dan fungi sebesar 75% dan C-organik tanah sebesar 33,5% dan pH tanah sebesar 13,5%. Oleh karena itu, populasi bakteri tertinggi pada perlakuan menggunakan biochar dibandingkan dengan perlakuan lain.

Gambar 4. Total populasi bakteri dan fungi. Keterangan : F0 kontrol (tanpa perlakuan), F1 (sianobakteri cair tanpa pembawa), F2 (sianobakteri + tanah), F3 (sianobakteri + fosfat alam), F4 (sianobakteri + biochar), F5 (sianobakteri + kaolin), F6 (sianobakteri + fosfat alam + kaolin), F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar), F8 (sianobakteri + kaolin + biochar).

Selain adanya bahan pembawa faktor yang dapat mempengaruhi total populasi bakteri dan fungi, adanya interaksi mikroorganisme dapat menghasilkan polisakarida yang dapat berfungsi sebagai perangsang adanya koloni bakteri. Total

populasi bakteri, fungi, dan sianobakteri berpengaruh positif karena bahan pembawa biochar memiliki hasil paling tinggi sehingga dapat dikatakan saling menguntungkan. Menurut Prasanna *et al.* (2013), polisakarida

dalam bantuan matriks sianobakteri dalam perkembangan bakteri dan, mungkin, memberikan dasar yang ideal untuk kolonisasi. Hal ini dibuktikan dari pengamatan mikroskopis menggunakan pupuk hayati sianobakteri yang menghasilkan eksopolisakarida menunjukkan peningkatan aktivitas metabolisme dan kelangsungan hidup bakteri. Sianobakteri memainkan peran kunci dalam siklus biogeokimia nitrogen, karbon, dan oksigen, suatu aspek yang sangat penting dalam sistem pertanian. Di dalam tanah, sianobakteria bekerja di kerak bagian atas, di mana eksopolisakarida melepaskan partikel tanah yang menahan bersama, yang mengarah pada agregasi tanah, akumulasi kandungan organik, dan peningkatan kapasitas menahan air di lapisan tanah bagian atas. Peningkatan kandungan organik dan kelembaban tanah ini mendukung pembentukan dan pertumbuhan mikroorganisme yang mendorong pertumbuhan tanaman. Sehingga adanya aktivitas yang baik sianobakteri akan meningkatkan juga jumlah dari bakteri lain karena dapat melepaskan partikel yang menahan tanah. Oleh karena itu, pertumbuhan sianobakteria secara positif mengubah sifat kimia dan fisik tanah, bersama dengan eksopolisakarida yang menghasilkan sianobakteria yang dapat berkontribusi pada perbaikan dan pemulihan tanah yang tidak subur (Pathak *et al.*, 2018).

Sifat kimia tanah

Kenaikan pH pada tanah masam dipicu dengan simbiosis bahan pembawa yang dapat menyediakan tempat hidup yang optimum bagi sianobakteri. Sehingga kenaikan pH yang disebabkan adanya penambahan bahan organik dapat memicu pertumbuhan sianobakteri karena sianobakteri dapat hidup baik dengan pH netral. Antonius *et al.* (2018) menambahkan bahwa aplikasi biochar dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah berupa populasi bakteri sebesar 75% dan sifat kimia tanah berupa C-organik tanah sebesar 33,5% dan pH tanah sebesar 13,5%. Zhang *et al.* (2012) dan Jones *et al.* (2012) menemukan bahwa tingkat aplikasi biochar 10 dan 40 t ha⁻¹ peningkatan pH sekitar 0,2 dan 0,4 unit, mirip dengan peningkatan pH 0,3 unit yang mengikuti 50 t ha⁻¹ aplikasi. Hasil penelitian Fahmi *et al.* (2004) juga menunjukkan peningkatan kualitas tanah dengan pemberian

bahan organik diakibatkan perbaikan sifat kimia tanah seperti pH yang meningkat dan menurunnya kandungan Fe.

Hasil analisis kimia tanah pada saat panen menunjukkan perlakuan F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar) memberikan pengaruh terhadap kandungan N total paling tinggi dalam tanah yaitu (0,18%) namun demikian belum dapat meningkatkan status N rendah menjadi N sedang. Hal tersebut bukan berarti nilai N total pada perlakuan F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar) merupakan formulasi terbaik, karena N total pada media tanam yang dihitung adalah yang tersisa setelah terserap oleh tanaman begitu pula pada perlakuan yang memiliki kandungan N paling rendah. Dobermann dan Fairhurst (2000) menyatakan bahwa semakin tinggi biomassa dan produksi tanaman maka semakin tinggi hara yang diangkut. Pereira *et al.* (2009) menyatakan bahwa pemberian pupuk N yang dikombinasikan dengan biofertilizer yang terdiri dari campuran berbagai sianobakteri memberikan kombinasi terbaik pada padi.

Hasil dari analisis P-tersedia menunjukkan bahwa perlakuan F3, F6, F7, F8 kimia menunjukkan nilai P tersedia lebih tinggi dibandingkan dengan F0 (Tanpa Sianobakteri) dan mampu meningkatkan status P tersedia dari sangat rendah meningkat menjadi berstatus sedang. Perlakuan F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar) memberikan P-tersedia paling tinggi yaitu sebesar (23,3 ppm). Fosfat adalah bentuk fosfor anorganik yang ada di lingkungan alami yang berbentuk endapan atau batuan hasil tambang untuk bakal dari fosfor (Bohn *et al.*, 1979). Kalium tersedia pada perlakuan F1, F2, F4, dan F7 memiliki nilai yang sama (0,11 cmol kg⁻¹) dan menunjukkan peningkatan dibanding kontrol. Pemberian sianobakteria meningkatkan status K tersedia dari sangat rendah menjadi tersedia rendah. Zhang *et al.* (2018) melaporkan bahwa penggunaan bahan organik yang cukup berdampak pada kenaikan pH tanah, fosfat tersedia, nitrogen tersedia, dan kalium tersedia dalam tanah.

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi

Pemberian formula pupuk hayati sianobakteri terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi Gogo menunjukkan hasil yang beragam (Tabel 1).

Gambar 5. Pengaruh Pemberian Formula Sianobakteri Terhadap N, P, K, dan pH Tanah.
Keterangan : F0 kontrol (tanpa perlakuan), F1 (sianobakteri cair tanpa pembawa), F2 (sianobakteri + tanah), F3 (sianobakteri + fosfat alam), F4 (sianobakteri + biochar), F5 (sianobakteri + kaolin), F6 (sianobakteri + fosfat alam + kaolin), F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar), F8 (sianobakteri + kaolin + biochar).

Tabel 1. Pengaruh pemberian formula pupuk hayati sianobakteri dengan berbagai bahan pembawa terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo.

Perlakuan	Parameter pengamatan												
	Tinggi Tanaman 49 Hst	Jumlah Anakan 49 Hst	Pan- jang Akar	Bobot (g pot ⁻¹)		Panjang Malai	Jumlah Malai	Bobot (g pot ⁻¹)		Bobot Bulir Total (g pot ⁻¹)	Bobot bulir (g pot ⁻¹)		Bobot 100 bulir
				Segar Akar	Kering Akar			Segar Brangkasan	Kering Brang- kasan		Bulir Isi	Bulir Hampa	
F0	92,8 d	29,25 ab	39,75	122,75	47,25	20,66 bc	25,50 a	211,25	54,75	49,50 ab	41,93 abc	1,91 ab	2,26
F1	93,8 d	28,50 a	34,75	143,25	65	20,79 bc	25,50 a	203,75	59	47,00 a	38,23 ab	2,95 abc	2,31
F2	92,3 d	35,00 cd	37,25	149,75	67	19,79 ab	29,00 bcd	217,5	61,25	56,00 bcd	46,14 bcd	3,67 bcd	2,32
F3	91,5 abc	32,50 bc	38	123,25	61,25	20,53 bc	28,75 abc	221,25	67	57,25 de	46,14 cd	5,19 d	2,31
F4	93,0 d	38,50 d	42	151,25	73,5	21,23 c	33,25 d	228,75	80,5	64,25 e	56,64 d	3,22 abc	2,42
F5	90,3 abc	31,00 ab	41,25	135,25	66,25	20,21 abc	28,25 abc	210	61	52,75 abc	40,93 abc	2,35 abc	2,31
F6	87,3 a	30,75 ab	39,75	155,5	74	20,64 bc	28,50 abc	208,75	55,25	57,00 cde	48,74 bcd	2,61 abc	2,33
F7	87,5 abc	29,50 ab	36,75	145,5	78,5	20,95 bc	29,25 cd	215	66,75	60,00 de	50,55 bcd	4,34 cd	2,41
F8	87,3 ab	31,00 ab	39,25	127	64,5	19,16 a	26,00 abc	200	51,25	44,00 a	33,12 a	1,74 a	2,4
Kk%	3,00%	7,29%	8,22%	16,68%	21,92%	4,00%	10,30%	9,50%	18,50%	7,60%	10,50%	34,70%	6,30%

Keterangan : kombinasi formula pupuk hayati sianobakteri F0 kontrol (tanpa perlakuan), F1 (sianobakteri cair tanpa pembawa), F2 (sianobakteri + tanah), F3 (sianobakteri + fosfat alam), F4 (sianobakteri + biochar), F5 (sianobakteri + kaolin), F6 (sianobakteri + fosfat alam + kaolin), F7 (sianobakteri + fosfat alam + biochar), F8 (sianobakteri + kaolin + biochar).

Tinggi tanaman

Hasil uji lanjut DMRT pada 5% HST pada taraf 5% menunjukkan perlakuan F0 (tanpa sianobakteri), F1 (sianobakteri cair tanpa bahan pembawa), F2 (sianobakteri kering), dan F4 (sianobakteri + biochar) menunjukkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata, tinggi tanaman yang tertinggi dicapai oleh perlakuan F1 (sianobakteri cair tanpa bahan pembawa) dengan tinggi tanaman rata-rata 93,8 cm. Perlakuan pemberian sianobakteri menunjukkan pengaruh formula bahan pembawa sianobakteri tidak berpengaruh nyata karena memiliki hasil lebih rendah dengan tanpa perlakuan. Hal tersebut karena adanya pengaruh pemberian pupuk kimia dapat menghambat pertumbuhan sianobakteri. Menurut Kamuru *et al.* (1997), beberapa keterbatasan sianobakteri adalah tidak dapat memfiksasi nitrogen secara optimal pada budidaya pertanian modern karena penggunaan pupuk kimia yang mengandung nitrat atau ammonium di tanah dan menghambat aktivitas penambatan N oleh sianobakteri. Paudel *et al.* (2012) dan Nilsson *et al.* (2002) melaporkan bahwa pemberian pupuk kimia anorganik dapat mengurangi aktivitas dari BGA (*Blue Green Algae*).

Jumlah anakan

Pemberian berbagai bahan pembawa terhadap jumlah anakan tanaman padi menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata, perlakuan F4 dengan bahan pembawa biochar menjadi perlakuan yang paling baik hal tersebut karena biochar dapat menjadi tempat hidup bagi sianobakteri yang terdapat pada Tabel 1. Antonius *et al.* (2018) menambahkan bahwa aplikasi kompos dan biochar dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah berupa populasi bakteri sebesar 75% dan sifat kimia tanah berupa C-organik tanah sebesar 33,5% dan pH tanah sebesar 13,5%, Hussain dan Hasnain, (2011) menyatakan sianobakteri diketahui menghasilkan senyawa ekstraseluler seperti fitohormon (auksin, giberilin dan sitokin), polipeptida, vitamin dan asam amino untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga kombinasi formula pupuk hayati sianobakteri dengan bahan pembawa biochar memiliki pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman padi.

Panjang malai, jumlah malai, dan bobot brangkasan padi

Hasil analisis uji lanjut DMRT menunjukkan parameter panjang malai dan jumlah malai perlakuan F4 (sianobakteri + biochar) memiliki hasil berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan tanpa bahan pembawa hal ini menunjukkan penambahan bakteri dan bahan pembawa dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Populasi mikroorganisme tanah di lahan sangat dipengaruhi oleh bahan organik, semakin banyak bahan organik yang tersedia, maka semakin banyak pula sumber energi bagi organisme tanah (Izzudin, 2012). Hal ini sejalan dengan penelitian Aryanto *et al.* (2015) yang memaparkan bahwa penambahan isolat bakteri secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman

Pertumbuhan akar

Parameter pertumbuhan akar meliputi panjang akar, berat segar akar dan berat kering akar antar perlakuan memiliki pengaruh tidak berbeda nyata. Pengaruh pemberian formula pupuk hayati terhadap parameter pertumbuhan akar tidak berbeda nyata karena sudah tercukupinya nutrisi yang diberikan sehingga akar tidak mengalami cekaman sehingga cenderung memiliki pertumbuhan yang sama antar perlakuan. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, tekstur, jenis tanah, air, udara, dan cara pengolahan tanah dalam keadaan normal perakaran padi tumbuh sedikit kompak dan tegak lurus kedalam tanah (Khush, 1995).

Bulir padi

Pengaruh pemberian berbagai formula pupuk hayati sianobakteri terhadap produksi bulir padi menunjukkan pada parameter pengamatan bobot 100 bulir tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan jumlah bulir total antar perlakuan berbeda nyata. Perlakuan F4 (sianobakteri + biochar) memiliki pengaruh beda nyata dengan perlakuan lainnya. Pemberian biochar sebagai tempat hidup mikroorganisme yang mensintesis N bebas menjadi tersedia dan pemberian N, P, dan K dapat mempengaruhi produksi padi, hal ini sesuai dengan pernyataan Samuel dan Muthukkaruppan (2011) bahwa meningkatnya peubah komponen produksi

karena terjadinya peningkatan unsur nitrogen, fosfat, dan kalium di tanah yang merupakan unsur utama yang diperlukan tanaman. Pengaruh pemberian formula pupuk hayati sianobakteri terhadap parameter bobot bulir total, parameter bobot bulir isi, dan parameter jumlah bulir isi menunjukkan perlakuan F4 (Sianobakteri+Biochar) menjadi perlakuan paling baik. Penggunaan bahan pembawa Biochar diduga mampu menjadi tempat yang lebih baik bagi pertumbuhan sianobakteri untuk inokulasi di lahan kering pertanaman padi gogo dibandingkan dengan sianobakteri dengan bahan pembawa lainnya. Sianobakteri dapat berkontribusi dalam menyediakan N sekitar 20 - 30 kg ha⁻¹. Bhagat *et al.* (2016) melaporkan penggunaan sianobakteri di bidang pertanian mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan batang, bobot kering, dan hasil pada tanaman, karena mudahnya dikombinasikan dengan bahan organik.

Pembahasan umum

Pengaruh pemberian berbagai formula pupuk hayati sianobakteri terhadap populasi sianobakteri terhadap populasi sianobakteri menunjukkan bahwa populasi sianobakteri pada fase vegetatif lebih rendah daripada jumlah populasi pada fase generatif, hal ini kemungkinan sianobakteri masih terus tumbuh hingga tanaman dipanen. Simanungkalit *et al.* (2006), sianobakteri yang membentuk spora sehingga dapat bertahan hidup lama pada keadaan kering, hal ini menyebabkan populasi pada akhir musim kering menjadi melimpah. Adanya jumlah koloni sianobakteri yang meningkat dari fase vegetatif ke generatif menunjukkan bahwa sianobakteri dapat tumbuh di lingkungan kering. Simanjuntak *et al.* (2013) yang menyebutkan bahwa penggunaan pupuk anorganik (pupuk kimia) menyebabkan kadar bahan organik tanah menurun, struktur tanah rusak, dan pencemaran lingkungan. Pemberian N terhadap seluruh perlakuan diharapkan sebagai pemenuh kebutuhan tanaman karena sianobakteri memerlukan waktu untuk beradaptasi dengan lingkungan yang kekurangan air, N yang diberikan ke tanaman diharapkan mampu memberikan nutrisi yang cukup karena dapat membantu proses fotosintesis tanaman. Nilsson *et al.* (2002) melaporkan pemberian pupuk nitrogen yang mengandung nitrat atau

ammonium di tanah menghambat aktivitas penambatan nitrogen oleh sianobakteri. Oleh karena itu, tanaman padi menyerap nitrogen yang tersedia dari pemupukan urea. Terhambatnya pertumbuhan sianobakteri karena pH tanah yang masam (4,5-5,5) dan tanah yang minim kandungan air, karena sianobakteri dapat hidup di pH yang netral dengan suhu 30-35°C sesuai dengan pernyataan Simanungkalit *et al.* (2006) Suhu perairan yang optimum bagi pertumbuhan sianobakteri yaitu sekitar 30-35°C. Prasanna *et al.* (2009) menyebutkan bahwa faktor lingkungan terutama kemasaman tempat tumbuh sianobakteri sangat berpengaruh terhadap aktivitas sianobakteri tersebut. Sianobakteri sangat menambah sifat menguntungkan dari tanah, termasuk sifat fisik, komposisi kimia seperti kandungan mineral, dan kandungan hara, sifat hidrolik, pH. Karena sianobakteri berkontribusi pada pembentukan biocrust, mereka sangat mempengaruhi sifat-sifat ini. Inokulasi sianobakteria di tanah seringkali terbukti bermanfaat untuk secara positif mempengaruhi struktur tanah, stabilitas dan dinamika air di tanah berpasir (Mugnai *et al.*, 2018). Hasil penelitian formula pupuk hayati sianobakteri menunjukkan pemberian pupuk hayati berpengaruh terhadap parameter tinggi tanaman dan jumlah anakan. Suresh *et al.* (2019), dalam penelitiannya pada tanaman kacang – kacangan bahwa peningkatan kandungan karbohidrat pada tanaman mungkin disebabkan oleh aktivitas pemacu pertumbuhan dari sianobakteri yang dapat menjadi penyebab terjadinya aktivasi fotosintesis pada tanaman. Berbagai macam zat pemacu pertumbuhan tanaman seperti auksin, sitokinin, giberelin, asam amino, gula, vitamin dan asam lemak olatile bebas yang ada dalam sianobakterial *filtrate* (SF) mungkin perkecambahan, pemanjangan akar dan pucuk pada tanaman berkecambah (Gayathri *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Formula pupuk hayati sianobakteri berpengaruh nyata terhadap populasi fase vegetatif dan panen sianobakteri tanah pada saat tanaman padi fase vegetatif dan generatif mengalami kenaikan. Formula pupuk hayati yang memberikan pengaruh populasi sianobakteri tertinggi pada

fase vegetatif pada perlakuan F6 (sianobakteri + kaolin) dengan total populasi 16×10^2 cfu g⁻¹ dan pada pengamatan panen total populasi tertinggi adalah perlakuan F4 (sianobakteri+biochar) dengan populasi sebesar 70×10^2 cfu g⁻¹.

Pemberian formula pupuk hayati Sianobakteri memberikan pengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan dan panen tanaman padi, pada parameter jumlah anakan padi menunjukan hayati sianobakteri dengan berbagai bahan pembawa meningkatkan jumlah anakan padi hingga 38,5 anakan per pot pada perlakuan F4 (sianobakteri + biochar), sedangkan tanpa bahan pembawa jumlah anakan sebanyak 28,5 anakan per pot. Parameter panen menunjukan bobot panen menunjukkan perlakuan dengan formula sianobakteri lebih baik daripada perlakuan kontrol dan tanpa bahan pembawa (sianobakteri cair). Produktivitas panen bulir paling baik adalah 64, 25 g pot⁻¹, berat bulir isi 56,64 g pot⁻¹, jumlah bulir 2356 biji pot⁻¹, dan bulir hampa 1,74 g pot⁻¹. Hasil terbaik dicapai pada perlakuan F4 (sianobakteri + biochar).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Rumah Kaca dan Laboratorium Biologi Tanah, Balai Penelitian Tanah Bogor atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini

Daftar Pustaka

- Antonius, S., Rozy, D.S., Yulia N. dan Tirta K.D., 2018. Manfaat pupuk organik hayati, kompos dan biochar pada pertumbuhan bawang merah dan pengaruhnya terhadap biokimia tanah pada percobaan pot menggunakan tanah Ultisol. *Jurnal Biologi Indonesia* 14(2): 243-250.
- Aryanto, A., Triadiati, dan Sugiyanta. 2015. Pertumbuhan dan produksi padi sawah dan gogo dengan pemberian pupuk hayati berbasis bakteri pemacu tumbuh di tanah masam. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 20(3): 229-235.
- Bhagat, P., Gosal, S.K. and Singh, C.B. 2016. Effect of mulching on soil environment, microbial flora and growth of potato under field conditions. *Indian Journal of Agricultural Research* 50(6): 542-548.
- Bohn, H.L., McNeal, B. L. and Connor, G.A.O. 1979. *Soil Chemistry*. John Wiley & Sons. New York. 155-171pp.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2018. Produktivitas Padi Ladang Menurut Provinsi 2014-2018. Badan Pusat Statistika. Jakarta.
- Doberman, A. and Fairhurst, T. 2000. Rice Nutrient Disorders and Nutrient Management. Potash and Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute. Oxford Geographic Printers Pte Ltd. Canada, Philippines.
- Fahmi, A., Radjagukguk, B. dan Purwanto, B. 2004. Kelarutan fosfat dan ferro pada tanah sulfat masam yang diberi bahan organik jerami padi. *Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa* 1 : 1 -13.
- Gayathri, M., Shunmugam, S., Thajuddin, N. and Muralitharan, G. 2017. Phytohormones and free volatile fatty acids from *cyanobacteria* biomass wet extract (BWE) elicit plant growth promotion. *Algal Research* 26: 56–64.
- Goenadi, A. 2005. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai kompos pada pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) kultivar Upper Amazone Hybrid (UAH). Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Hussain, A. and Hasnain, S. 2011. Phytostimulation and biofertilization in wheat by cyanobacteria. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 38: 85–92.
- Izzudin. 2012. Perubahan Sifat Kimia dan Biologi Tanah Pasca Kegiatan Perambahan di Areal Hutan Pinus Reboisasi Kabupaten Humbang Hasundutan Provinsi Sumatra Utara. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Jones, D.L., Rousk, J., Edwards-Jones, G., DeLuca, T.H. and Murphy, D.V. 2012. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial. *Soil Biology and Biochemistry* 45:113–124.
- Kamuru, F., Albrecht, S.L., Allen, L.H. and Shanmugan, K.T. 1997. Dry matter and nitrogen accumulation in rice inoculated with a nitrogenase-depresses mutant of *Anabaena Variabilis*. *Agonomy Journal* 90: 529-535.
- Khush, G.S. 1995. Modern variety their real contribution to food supply equity. *Geo Journal* 35(3): 275-284.
- Kim, J-D. and Lee, C-G. 2006. Diversity of heterocystous filamentous sianobakteri (blue green algae) from rice paddy fields and their differential susceptibility to ten fungicides used in Korea. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 16 (2): 240-246.
- Mugnai, G., Rossi, F., Felde, V.J.M.N.L., Colesie, C., Budel, B., Peth, S., Kaplan, A. and De Philippis, R. 2018. Development of the polysaccharidic matrix in biocrusts induced by a cyanobacterium inoculated in sand microcosms. *Biology and Fertility of Soils* 54(12): 27:40.

- Nilsson, M., Bhattacharya, J., Raid, A.N. and Bergman, R. 2002. Colonization of roots of rice (*Oryza sativa* L.) by symbiotic Nostoc strains. *New Phytologist* 156: 517-525.
- Pathak, J., Maurya, P.K., Singh, S.P., Hader, D.P. and Sinha, R.P. 2018. *Cyanobacteria* farming for environment friendly sustainable agriculture practices: innovations and perspectives. *Frontiers in Environmental Science* 6: 7, doi: 10.3389/fenvs.2018.00007.
- Paudel, Y.P., Pradhan, S., Pant, B. and Prasad, B.N. 2012. Role of blue green algae in rice productivity. *Agriculture and Biology Journal of North America* 3(8): 332-335.
- Pereira, I., Ortega, R., Barrientos, L., Moya, M., Reyes, G. and Kramm, V. 2009. Development of a biofertilizer based on filamentous nitrogen fixing cyanobacteria for rice crops in Chile. *Journal of Applied Physiology* 21:135-144.
- Prasanna, R., Jaiswal, P., Nayak, S., Sood, A. and Kaushik, B.D. 2009. Cyanobacteria diversity in the rhizosphere of rice and its ecological significance. *Indian Journal of Microbiology* 49(1): 89-97.
- Prasanna, R., Kumar, A., Babu, S., Chawla, G., Chaudhary, V., Singh, S., Gupta, V., Nain, L. and Saxena, A.K. 2013. Deciphering the biochemical spectrum of novel cyanobacterium based biofilms for use as inoculants. *Biological Agriculture & Horticulture* 29: 145-158.
- Purba, R. 2015. Kajian aplikasi pupuk hayati pada tanaman padi sawah di Banten. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia* (6): 1524-1527.
- Samuel, S. and Muthukkaruppan, S.M. 2011. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and fungi associated with rice, mangrove and effluent contaminated soil. *Current Botany* 2(3): 22-25.
- Schulz, H. and Glaser, B. 2012. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 175: 410-422.
- Simanjuntak, A., Rosanty, R.L. dan Purba, E. 2013. Respon pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap pemberian pupuk NPK dan kompos kulit buah kopi. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(3): 2337- 6597.
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D. dan Hartatik, W. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Subramani, S.A., Narayan, C., Srinivasan, S. and Chandrasekharan, B. 1980. *Proceedings of FAI Seminar on Fertilizers in India in Eighties*. Tamil Nadu Agricultural University, India.
- Suresha, S., Soundararajana, S., Elavarasia, F., Oscara, L. and Thajuddina, N. 2019. Evaluation and characterization of the plant growth promoting potentials of two heterocystous *cyanobacteria* for improving food grains growth. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 17: 647-652.
- Zhang, A., Bian, R., Pan, G., Cui, L., Hussain, Q., Li, L., Zheng, J., Zheng, J., Zhang, X., Han, X. and Yu, X. 2012. Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: a field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops Research* 127:153-160.
- Zhang, Y., Yufeng L., Guoxian Z., Xiaou G., Zhouping S. and Tianlai L. 2018. The effects of rice straw and biochar applications on the microbial community in a soil with a history of continuous tomato planting history. *Agronomy* 8(65): 1-13.